

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-287944

(43)Date of publication of application : 04.11.1997

(51)Int.Cl.

G01C 7/06  
E21B 3/00  
G01C 15/00

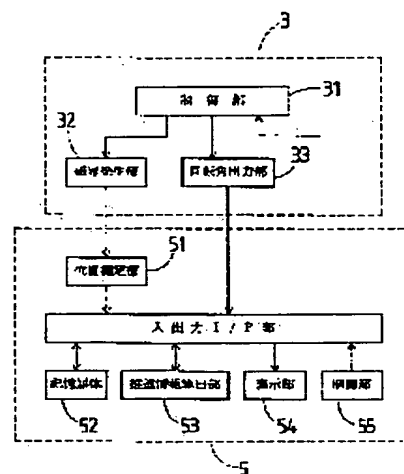
(21)Application number : 08-098365

(71)Applicant : SEKISUI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 19.04.1996

(72)Inventor : AKATSUKA NAOKO  
ARIYOSHI KAZUHISA**(54) GROUND-HEIGHT-DATA COLLECTING DEVICE AND UNDERGROUND EXCAVATING SYSTEM FOR BURYING SMALL-DIAMETER PIPE**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the workability and the excavating accuracy of the excavating work by a drill head.**SOLUTION:** This underground excavating system comprises an excavating device 3, which can control the thrusting direction of a drill head under the ground, and a surveying device 5, which surveys the position of the drill head under the ground. The excavating device 3 has a magnetic-field generating part 32 provided at the drill head and a rotary-angle output part 33, which outputs the rotary angle of the drill head to the surveying device 5. The surveying device 5 has a position measuring part 51, which measures the depth from the ground surface to the drill head and the position of the right and left directions with respect to the planned excavating line by measuring the strength of the magnetic field generated from the magnetic-field generating part 32, and a storage medium 52, which stores the depth and position data measured by the position measuring part 51 at each measuring point on the planned excavating line at the time of the excavation and the rotary-angle data outputted from the rotary-angle output part 33. The thrusting direction of the excavating device 3 is controlled from the excavation-program data and the above described depth data, position data and rotary angle data stored in the storage medium 52 beforehand.**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

17.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-287944

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 C 7/06			G 0 1 C 7/06	
E 2 1 B 3/00			E 2 1 B 3/00	
G 0 1 C 15/00			G 0 1 C 15/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

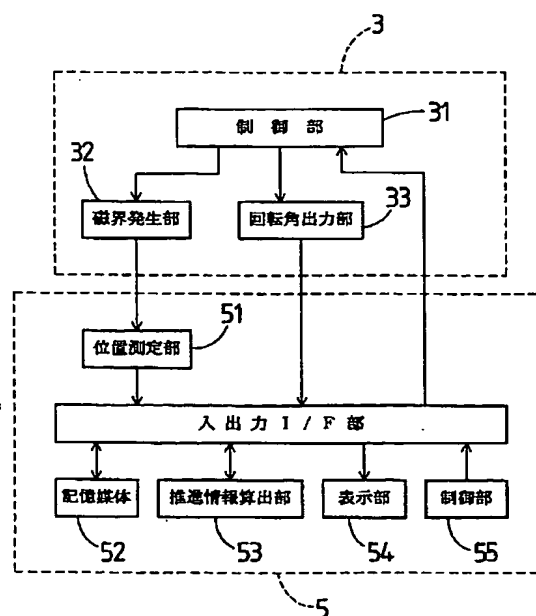
(21) 出願番号	特願平8-98365	(71) 出願人	000002174 積水化学工業株式会社 大阪府大阪市北区西天満 2 丁目 4 番 4 号
(22) 出願日	平成 8 年 (1996) 4 月 19 日	(72) 発明者	赤塚 直子 京都市南区上鳥羽上臈子町 2-2 積水化学工業株式会社内
		(72) 発明者	有吉 和久 京都市南区上鳥羽上臈子町 2-2 積水化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 地盤高データ収集装置及び小口径管埋設用地中掘削システム

(57) 【要約】

【課題】ドリルヘッドによる掘削作業の作業性及び掘削精度の向上を図る。

【解決手段】ドリルヘッドの地中での推進方向を制御できる掘削装置 3 と、地中でのドリルヘッドの位置を探索する探索装置 5 とからなり、掘削装置 3 は、ドリルヘッドに設けられた磁界発生部 32 と、ドリルヘッドの回転角を探索装置 5 に出力する回転角出力部 33 とを備え、探索装置 5 は、磁界発生部 32 の発する磁界強度を測定することにより、地表面からドリルヘッドまでの深さと掘削計画線に対する左右方向の位置とを測定する位置測定部 51 と、掘削時、掘削計画線上の各計測点において位置測定部 51 により測定される深さ及び位置データを記憶する記憶媒体 52 とを備え、この記憶媒体 52 に予め記憶された掘削計画データと、前記深さデータ、位置データ、及び回転角データとに基づいて、掘削装置 3 の推進方向を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 掘削計画線上を移動可能な装置であって、  
前記掘削計画線上の計測開始点からの水平移動距離を計測する距離計測手段と、  
任意の水平移動距離における地表水平線からの地盤の上下変位量を計測する変位量計測手段と、  
前記距離計測手段によって計測された計測開始点から各計測点までの水平移動距離と、前記変位量計測手段によって計測された各計測点での地表水平線からの地盤の上下変位量とを対応させた地盤高データを記憶する記憶手段とを備えたことを特徴とする地盤高データ収集装置。  
【請求項2】 掘削計画線に沿って小口径管を非開削で地中に埋設するものであって、地中のドリルヘッドを回転状態又は静止状態で掘削推進するとともに、前記ドリルヘッドの地中での推進方向を制御できる掘削装置と、地中での前記ドリルヘッドの位置を探索する探索装置とからなり、  
前記掘削装置は、  
前記ドリルヘッドに設けられた磁界発生手段と、  
前記ドリルヘッドの回転角を前記探索装置に出力する回転角出力手段とを備え、  
前記探索装置は、  
前記磁界発生手段の発する磁界強度を測定することにより、地表面から前記ドリルヘッドまでの深さと掘削計画線に対する左右方向の位置とを測定する位置測定手段と、  
掘削時、前記掘削計画線上の各計測点において前記位置測定手段により測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段により出力された回転角データを記憶する記憶手段とを備え、  
この記憶手段に予め記憶された、地盤高データや埋設管路の勾配などから計算される掘削計画データと、前記位置測定手段によって測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段によって出力された回転角データとに基づいて、前記掘削装置の推進方向を制御することを特徴とする小口径管埋設地中掘削システム。  
【請求項3】 前記探索装置は、  
前記記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、前記深さデータ、位置データ、及び回転角データとに基づいて、前記ドリルヘッドが前記掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段と、  
この推進情報算出手段により算出されたドリルヘッドの回転角及び貫入距離を表示する表示手段とを備え、  
この表示手段に表示されるドリルヘッドの回転角及び貫入距離のデータに従って、前記掘削装置の推進方向を制御することを特徴とする請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システム。  
【請求項4】 前記探索装置は、

前記記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、前記深さデータ、位置データ及び回転角データとに基づいて、前記ドリルヘッドが前記掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段と、  
この推進情報算出手段により算出された回転角及び貫入距離のデータに基づいて、隣接する次の計測点まで前記ドリルヘッドの推進を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システム。

【請求項5】 隣接する計測点間をさらに分割して複数の補助計測点を設けるとともに、前記記憶手段には、これら計測点及び補助計測点における掘削計画データを予め記憶させておき、前記位置測定手段は、隣接する計測点間の計測途中でドリルヘッドの前後ズレが生じた場合に、前後ズレが生じたドリルヘッドの位置に最も近い補助計測点での計画深さを算出することを特徴とする請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システム。

【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、掘削計画線に沿って小口径管を非開削で地中に埋設する非開削工法において、掘削装置で掘削する際の地盤高データを収集する地盤高データ収集装置、及びこの収集した地盤高データを含む掘削計画データに基づいて、小口径管を非開削で地中に埋設していく小口径管埋設地中掘削システムに関する。

30 【0002】

【従来の技術】掘削計画線に沿って小口径管を非開削で地中に埋設する非開削工法においては、掘削作業前に掘削計画線上の地盤高データを収集して、掘削計画データを作成する必要がある。この場合、地盤高データの収集は、従来人手による手作業で行っており、この手作業によって収集したデータを基にして、さらに手計算で各計測点での管底高やドリルヘッド高といった深さ計画値などを算出していた。

【0003】また、掘削作業においては、従来、ドリルヘッドの位置を探索装置で探索し、誘導指示を与える探索装置の操作者が、次の掘削のための指示を掘削装置の操作者に手信号などを用いて送っていた。

【0004】また、各計測点での深さ計画値などを白墨などで直接地面に書き、探索装置の操作者がその書かれたデータを確認しながら計測を行い、その計測結果を操作者（又は、別にある記録係）が記録したり、探索装置内部のRAMなどに記憶させたりしていた。また、ドリルヘッドの実測深さと計画深さとの比較を操作者が手計算で行い、その修正値などを掘削装置の操作者に指示していた。

50 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の

非開削工法では、掘削作業前の地盤高データの収集を手作業で行い、各計測点での管底高やドリルヘッド高といった深さ計画値などを手計算で行っているため、掘削作業開始までの準備に手間と時間とがかかっていた。また、誤入力などでデータの信頼性が低下する可能性もあった。

【0006】また、探査装置の操作者が掘削装置の操作者に次の掘削のための指示を手信号などで送るためには、掘削装置の推進本体やドリルヘッドに関する知識が必要であり、熟練者でないとの確な誘導が行えないといった問題があった。

【0007】また、各計測点での深さ計画値などを白墨などで直接地面に書いているため、書いたデータが消えてしまう可能性もあった。

【0008】また、ドリルヘッドの実測深さと計画深さとの比較を操作者が手計算で行っているため、掘削作業に時間がかかる。また、内蔵のRAMにデータを保存する場合には、現場においてそのための作業が増え、またそのデータを出力するためには、探査装置自体を出力場所まで持ち運びする必要があるといった問題があった。

【0009】さらに、ドリルヘッドを掘削装置から地中に押し込む際の貫入量の微妙な調整は難しく、実際の計測時にドリルヘッドの位置が掘削計画線上の前後方向にずれを生じた場合には、そのずれた位置での計画深さが分からない。そのため、従来は予め作成した計測点での計画深さを代用して、実測深さと計画深さとの比較を行っていたので、データの精度が低下するといった問題があった。

【0010】本発明はこのような問題点を解決すべく創案されたものであって、その目的の一つは、地盤高データの収集と記憶とを自動かつ一体化することによって、収集時間の短縮及び信頼性の向上を図った地盤高データ収集装置を提供することにある。また、本発明の目的の二つ目は、ドリルヘッドの次の掘削のための誘導指示を的確に又は自動で行えるようにすることによって、掘削作業の作業性及び掘削精度の向上を図った小口径管埋設地中掘削システムを提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の請求項1記載の地盤高データ収集装置は、掘削計画線上を移動可能な装置であって、前記掘削計画線上の計測開始点からの水平移動距離を計測する距離計測手段と、任意の水平移動距離における地表水平線からの地盤の上下変位量を計測する変位量計測手段と、前記距離計測手段によって計測された計測開始点から各計測点までの水平移動距離と、前記変位量計測手段によって計測された各計測点での地表水平線からの地盤の上下変位量とを対応させた地盤高データを記憶する記憶手段とを備えたものである。

【0012】また、本発明の請求項2記載の小口径管埋

設地中掘削システムは、掘削計画線に沿って小口径管を非開削で地中に埋設するものであって、地中のドリルヘッドを回転状態又は静止状態で掘削推進するとともに、前記ドリルヘッドの地中での推進方向を制御できる掘削装置と、地中での前記ドリルヘッドの位置を探査する探査装置とからなり、前記掘削装置は、前記ドリルヘッドに設けられた磁界発生手段と、前記ドリルヘッドの回転角を前記探査装置に出力する回転角出力手段とを備え、前記探査装置は、前記磁界発生手段の発する磁界強度を測定することにより、地表面から前記ドリルヘッドまでの深さと掘削計画線に対する左右方向の位置とを測定する位置測定手段と、掘削時、前記掘削計画線上の各計測点において前記位置測定手段により測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段により出力された回転角データを記憶する記憶手段とを備え、この記憶手段に予め記憶された、地盤高データや埋設管路の勾配などから計算される掘削計画データと、前記位置測定手段によって測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段によって出力された回転角データとに基づいて、前記掘削装置の推進方向を制御するものである。

【0013】また、本発明の請求項3記載の小口径管埋設地中掘削システムは、請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システムにおいて、前記探査装置に、前記記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、前記深さデータ、位置データ、及び回転角データとに基づいて、前記ドリルヘッドが前記掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段と、この推進情報算出手段により算出されたドリルヘッドの回転角及び貫入距離を表示する表示手段とを備え、この表示手段に表示されるドリルヘッドの回転角及び貫入距離のデータに従って、前記掘削装置の推進方向を制御するものである。

【0014】また、本発明の請求項4記載の小口径管埋設地中掘削システムは、請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システムにおいて、前記探査装置に、前記記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、前記深さデータ、位置データ及び回転角データとに基づいて、前記ドリルヘッドが前記掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段と、この推進情報算出手段により算出された回転角及び貫入距離のデータに基づいて、隣接する次の計測点まで前記ドリルヘッドの推進を制御する制御手段とを備えたものである。

【0015】また、本発明の請求項5記載の小口径管埋設地中掘削システムは、請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システムにおいて、隣接する計測点間をさらに分割して複数の補助計測点を設けるとともに、前記記憶手段には、これら計測点及び補助計測点における掘削計画データを予め記憶させておき、前記位置測定手段は、隣

接する計測点間の計測途中でドリルヘッドの前後ズレが生じた場合に、前後ズレが生じたドリルヘッドの位置に最も近い補助計測点での計画深さを算出するものである。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0017】図2は、本発明の地盤高データ収集装置の使用状態を示す概略図である。

【0018】本発明の地盤高データ収集装置は、レーザ灯台1と、このレーザ灯台1からのレーザ光を受光するレーザ光受光部22（図1参照）を有する測定器2とからなっている。

【0019】レーザ灯台1は、地表水平線に平行にレーザ光Rを発射する機能を備えている。

【0020】測定器2は、レーザ光受光部22がレーザ光Rを受けた位置からの上下変位量の測定機能を備えており、レーザ光受光部22は、レーザ光Rに対して常に垂直に位置するような調整機能を備えている。

【0021】また、測定器2は、地表面Gに沿って移動可能（図面では左右方向に移動可能）な移動機構、及び計測開始点Sからの移動距離を計測する計測機能を備えているとともに、計測開始点Sからの移動距離と上下変位量とを対応させて記憶媒体26（図1参照）に記憶する機能を備えている。

【0022】また、測定器2には、タッチパネル式の表示器（図示省略）が設けられており、この表示器には、レーザ受光状態や計測開始点Sからの距離、またデータ保存状態などが表示できるようになっている。また、データ保存時の確認やデータ修正は、パネルから直接入力できるようにしている。

【0023】図1は、このような測定器2の電気的構成を示している。

【0024】すなわち、受光部用水準器21により、レーザ光Rに対して常に垂直となるように位置調整されるレーザ光受光部22の出力は、上下変位量計測部23に導かれており、上下変位量計測部23の出力は、入出力I/F部24を介して記憶媒体26に導かれている。また、移動距離計測部25の出力は、入出力I/F部24を介して記憶媒体26に導かれており、表示器のタッチパネル部27は、入出力I/F部24に導かれた構成となっている。なお、記憶媒体26は、本実施形態では測定器2に着脱可能なメモリカードによって構成している。

【0025】上記構成の測定器2によって掘削計画線上の地盤高データを収集する。

【0026】すなわち、移動距離計測部25によって掘削計画線上の計測開始点Sからの水平移動距離を計測し、任意の水平移動距離における地表水平線からの地盤の上下変位量を上下変位量計測部23によって計測す

る。そして、移動距離計測部25によって計測された計測開始点Sから各計測点までの水平移動距離と、上下変位量計測部23によって計測された各計測点での地表水平線からの地盤の上下変位量とを対応させるとともに、各計測点毎にマーキングを行って、これを地盤高データとして記憶媒体26に順次記憶するものである。

【0027】このように、掘削計画線上の地盤高データを、計測開始点Sからの距離と同時に計測し、メモリカードなどの記憶媒体26に保存することで、記憶媒体26でのデータ作成時間が短縮され、また誤入力の防止を図ることができる。また、計測時に記憶媒体26に入力されたデータの確認、訂正を表示器を通じて行うことができるので、現場状況に即対応できるデータ収集が可能となるものである。

【0028】図3は、本発明の小口径管埋設用地中掘削システムの電気的構成を示すブロック図、図4は、本発明の小口径管埋設用地中掘削システムを含む掘削場所の全体構成を示す概略平面図、図5はその掘削場所の縦断面図である。

【0029】この小口径管埋設用地中掘削システムは、掘削計画線T（図中、一点鎖線により示す）に沿って小口径管35を非開削で地中に埋設するものであって、地中のドリルヘッド36を回転状態又は静止状態で掘削推進するとともに、ドリルヘッド36の地中での推進方向を制御できる掘削装置3と、地中でのドリルヘッド36の位置を探索する探索装置5とからなっている。

【0030】掘削装置3は、ドリルヘッド36の推進を制御する制御部31、ドリルヘッド36に設けられた磁界発生部32、及びドリルヘッド36の回転角を探索装置5に出力する回転角出力部33を備えている。

【0031】また、探索装置5は、磁界発生部32の発する磁界強度を測定することにより、地表面Gからドリルヘッド36までの深さと掘削計画線Tに対する左右方向の位置とを測定する位置測定部51、掘削計画線T上の各計測点（P0、P1・・・）において位置測定部51により測定される深さ及び位置データ、及び回転角出力部33より出力される回転角データを記憶する記憶媒体52、記憶媒体52に予め記憶された掘削計画データと、深さデータ、位置データ、及び回転角データとに基づいて、ドリルヘッド36が掘削計画線T上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッド36の回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出部53、この推進情報算出部53により算出されたドリルヘッド36の回転角及び貫入距離を表示する表示部54、及び推進情報算出部53により算出された回転角及び貫入距離のデータに基づいて、隣接する次の計測点までドリルヘッド36の推進を制御する制御部55を備えており、これらは入出力I/F部56を介してそれぞれ接続された構成となっている。

【0032】ここで、記憶媒体52は、地盤高データ収

集装置において収集した地盤高データを格納した記憶媒体26であって、探査装置5に対しても着脱可能な構成となっている。つまり、記憶媒体52は、測定器2から抜き取った記憶媒体26を探査装置5に装着したものである。そのため、記憶媒体52には、探査装置5に装着された時点で、すでに地盤高データや埋設管路の勾配などから算出された掘削計画データ（各計測点でのドリルヘッド36の計画位置情報）が格納されている。 \*

$$D = D0 + (\text{地盤高}) + L \times \tan \theta + \phi / 2 \quad \dots (1)$$

ただし、D0：初期深さ（計測開始点での計画深さ）、L：計測点までの距離、 $\theta$ ：勾配、 $\phi$ ：埋設管の管直径である。

【0035】水道用の小口径管35を図4及び図5に示すような場所に非開削で施工する場合、管路は水の自然流下を考慮し、上記の勾配 $\theta$ をつけて掘削することになる。

【0036】掘削装置3は、地中のドリルヘッド36の回転角を変化させることで、掘削方向を変えることができるようになっている。

【0037】すなわち、ドリルヘッド36の回転角を地表面Gに向かう天上方向を0°として、時計回りに45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°と回転させ、それぞれの状態で静止させて押し込むと、ドリルヘッド36は地表面Gに向かう天上方向を上として、それぞれ上、右上、右、右下、下、左下、左、左上に向かって進むことになる。また、直進させたい場合には、ドリルヘッド36を回転させながら押し込む。

【0038】次に、上記構成の小口径管埋設用地中掘削システムの掘削動作について説明する。

【0039】ここで、掘削計画線Tには複数の計測点P0～P8が設定されており、記憶媒体52には、これら各計測点P0～P8でのドリルヘッド36の計画位置情報（掘削計画データ）が格納されているものとする。

【0040】この状態において、探査装置5の位置測定部51は、ドリルヘッド36に設けられた磁界発生部32より発せられる磁界の強度を計測して、ドリルヘッド36の位置を測定する。そして、掘削装置3の回転角度出力部33から得られるドリルヘッド36の回転角データ（姿勢データ）をも合わせた結果によって、次の掘削方向へ向かうための指示を掘削装置3の操作者に出す。

【0041】より具体的に説明すると、例えば図6に示す計測点PaからPbへの掘削に際し、探査装置5では、計測点Paでのドリルヘッド36の回転角を、回転角度出力部33から得られるデータによって検出するとともに、位置測定部51により磁界強度を計測して、ドリルヘッド36の地表面Gからの深さと掘削計画線Tに対する左右方向の位置とを測定する。

【0042】推進情報算出部53では、この検出した回転角データ及び測定した深さ、位置データと、掘削計画

\*【0033】また、位置測定部51によるドリルヘッド36の深さ測定は、磁界強度が距離の3乗に反比例する性質を利用する。また、掘削を行うためにはドリルヘッド36の計画深さDが必要となるが、この計画深さDは下式（1）によって算出することができる。

【0034】

【数1】

データによって示された次の計測点Pbでの計画位置情報とから、次の掘削方向へ向かうためのドリルヘッド36の姿勢とその姿勢になるための回転情報とを算出して、表示部54に表示する。

【0043】ここで、回転情報の算出方法について、図7乃至図9を参照して説明する。

【0044】上述した如く、本実施形態では、ドリルヘッド36の回転角を、天上方向を0°として、時計回りに45°、90°、135°、180°、225°、270°、315°の8分割としている。図7では、0°を〔1〕、45°を〔2〕、90°を〔3〕、135°を〔4〕、180°を〔5〕、225°を〔6〕、270°を〔7〕、315°を〔8〕として、ドリルヘッド36の回転角とそのときの推進方向との関係を図示している。

【0045】そして、現在位置（すなわち計測点Pa）でのドリルヘッド36の深さ及び位置と、次の計測点Pbでの計画深さ（計画位置情報）との関係から、次の目標位置（すなわち、計測点Pbでのドリルヘッド36の深さ及び位置）が現在位置に対してどのような関係にあるかを判断する。

【0046】ここで、次の目標位置が現在のドリルヘッド36の回転角に対してそのまま進む直進方向である場合（ステップS2、S3）には、ドリルヘッド36を回転させながら進む直進を選択し（ステップS6）、右である場合には〔3〕を選択し（ステップS7）、左である場合には、〔7〕を選択する（ステップS8）。

【0047】また、次の目標位置が現在のドリルヘッド36の回転角に対して上方向である場合（ステップS2、S4）には〔1〕を選択し（ステップS9）、右上である場合には〔2〕を選択し（ステップS10）、左上である場合には〔8〕を選択する（ステップS11）。

【0048】また、次の目標位置が現在のドリルヘッド36の回転角に対して下方向である場合（ステップS2、S5）には〔5〕を選択し（ステップS12）、右下である場合には〔4〕を選択し（ステップS13）、左下である場合には〔6〕を選択する（ステップS14）。

【0049】すなわち、推進情報算出部53では、現在位置（すなわち計測点Pa）でのドリルヘッド36の回

転姿勢と、次の目標位置（すなわち計測点P<sub>b</sub>）に向かうためのドリルヘッド36の回転姿勢とを比較し（ステップS15）、その角度差 $t$ が $0^\circ \leq t < 45^\circ$ の範囲内にあるときには「0」コードを出力し、 $45^\circ \leq t < 90^\circ$ の範囲内にあるときには「+1」コードを出力し、 $90^\circ \leq t < 135^\circ$ の範囲内にあるときには「+2」コードを出力し、 $135^\circ \leq t < 180^\circ$ の範囲内にあるときには「+3」コードを出力し、 $180^\circ \leq t < 225^\circ$ の範囲内にあるときには「+4」コードを出力し、 $225^\circ \leq t < 270^\circ$ の範囲内にあるときには「+5」コードを出力し、 $270^\circ \leq t < 315^\circ$ の範囲内にあるときには「+6」コードを出力し、 $315^\circ \leq t < 360^\circ$ の範囲内にあるときには「+7」コードを出力する。

【0050】また、角度差 $t$ が $0^\circ \geq t > -45^\circ$ の範囲内にあるときには「0」コードを出力し、 $-45^\circ \geq t > -90^\circ$ の範囲内にあるときには「-1」コードを出力し、 $-90^\circ \geq t > -135^\circ$ の範囲内にあるときには「-2」コードを出力し、 $-135^\circ \geq t > -180^\circ$ の範囲内にあるときには「-3」コードを出力し、 $-180^\circ \geq t > -225^\circ$ の範囲内にあるときには「-4」コードを出力し、 $-225^\circ \geq t > -270^\circ$ の範囲内にあるときには「-5」コードを出力し、 $-270^\circ \geq t > -315^\circ$ の範囲内にあるときには「-6」コードを出力し、 $-315^\circ \geq t > -360^\circ$ の範囲内にあるときには「-7」コードを出力する。

【0051】図9には、比較結果であるこれらのコードと、そのコードが示すドリルヘッド36の回転角（指示姿勢）との関係を一覧表として示している。

【0052】また、推進情報算出部53では、現在位置（すなわち計測点P<sub>a</sub>）でのドリルヘッド36の深さ及び位置と、次の目標位置（すなわち計測点P<sub>b</sub>）でのドリルヘッド36の計画深さ（計画位置情報）とから、貫入距離を算出する（ステップS16）。

【0053】掘削装置3では、探査装置5から出力されるこれらのコードに基づいて、ドリルヘッド36を回転させるとともに、算出された貫入距離だけドリルヘッド36を推進する制御を行う。

【0054】つまり、「0」コードのときにはドリルヘッド36を直進させ、「+1」コードのときにはドリルヘッド36を $+45^\circ$ 回転させ、「+2」コードのときにはドリルヘッド36を $+90^\circ$ 回転させ、「+3」コードのときにはドリルヘッド36を $+135^\circ$ 回転させ、「+4」コードのときにはドリルヘッド36を $+180^\circ$ 回転させ、「+5」コードのときにはドリルヘッド36を $+225^\circ$ 回転させ、「+6」コードのときにはドリルヘッド36を $+270^\circ$ 回転させ、「+7」コードのときにはドリルヘッド36を $+315^\circ$ 回転させる。

【0055】また、「-1」コードのときにはドリルヘ

ッド36を $-45^\circ$ 回転させ、「-2」コードのときにはドリルヘッド36を $-90^\circ$ 回転させ、「-3」コードのときにはドリルヘッド36を $-135^\circ$ 回転させ、「-4」コードのときにはドリルヘッド36を $-180^\circ$ 回転させ、「-5」コードのときにはドリルヘッド36を $-225^\circ$ 回転させ、「-6」コードのときにはドリルヘッド36を $-270^\circ$ 回転させ、「-7」コードのときにはドリルヘッド36を $-315^\circ$ 回転させる。

【0056】このように、探査装置5からの姿勢指示（回転角及び貫入距離）に従って掘削装置3のドリルヘッド36の推進方向及び推進距離を制御できるようにすれば、迅速かつ正確な作業進行が可能となるものである。

【0057】また、探査装置5の表示部54には、現在位置（すなわち計測点P<sub>a</sub>）でのドリルヘッド36の深さ及び位置と、次の計測点P<sub>b</sub>での計画深さ（計画位置情報）との関係から求められた、次の計測点P<sub>b</sub>位置に進むためのドリルヘッド36の回転角（指示姿勢）を比較結果であるコードとともに表示する。

【0058】そのため、掘削装置3と探査装置5とが電氣的に接続されておらず独立している場合でも、探査装置5の操作者は、表示部54に表示された指示姿勢の情報を掘削装置3の操作者に知らせるだけでよく、初心者でも操作が可能となるものである。また、表示部54に表示することで、ドリルヘッド36の姿勢が指示通りになっているかの確認が容易に行える。

【0059】さらに、表示部54に表示しているドリルヘッド36の回転指示情報も記録媒体52に記録することにより、掘削作業終了後の資料作成に利用することができる。

【0060】また、表示部54には、掘削作業の進行とともに、その作業に必要なデータが表示される。

【0061】すなわち、計測点P<sub>0</sub>において、次の計測点P<sub>1</sub>でのドリルヘッド36の計画深さを表示部54に表示するとともに、表示された計画深さにドリルヘッド36が向かうように、ドリルヘッド36の回転角（回転向き）及び貫入距離を決定し、表示器54にドリルヘッド36の回転角（回転向き）及び貫入距離を表示する（図10及び図11）。

【0062】そして、ドリルヘッド36を計測点P<sub>1</sub>まで貫入後、位置測定部51によって磁界発生部32より発生される磁界の強度を計測して、計測点P<sub>1</sub>でのドリルヘッド36の深さ及び位置を測定する。

【0063】推進情報算出部53では、その測定結果と、計測点P<sub>1</sub>での計画深さとの差を算出して、表示部54に表示する（図12）。

【0064】そして、これらの算出結果と、掘削装置3の回転角度出力部33から得られるドリルヘッド36の回転角データ（姿勢データ）とを合わせた結果によって、次の掘削方向へ向かうための指示を掘削装置3に出

力する。

【0065】以上の動作を計測終了点まで繰り返し行って、次の立杭まで掘削する。

【0066】このとき、各計測点P0～P8の測定で得たデータを記憶媒体52に追加保存しながら作業を行う。保存データには、測定結果（深さ、位置）や掘削装置3に対する指示内容、測定した磁界強度値などがある。

【0067】そして、記憶媒体52に保存したデータを、掘削後の書類作成時に利用する。すなわち、コンピュータなどを使用して探査装置5から取り外した記憶媒体52の内容を読み出し、その読み出したデータを、出力したいフォーマットに合わせて並べたり、若しくは式に代入して値を算出したりすることによって、あらゆる書類を自動作成することが可能となる。これにより、作業データの作成から、現場作業、作業後の書類作成までの一貫したシステムを構築することができる。

【0068】ところで、ドリルヘッド36を掘削装置3から地中に押し込む際の貫入量の微妙な調整が難しいため、実際の計測時にドリルヘッド36の位置が掘削計画線T上の前後方向にずれを生じる場合がある。また、地下にある障害物（他の配管など）を回避するためにずれを生じる場合もある。そして、このような場合には、そのずれた位置での計画深さが分からない。そのため、従来

$$D_a = D_0 + (P_c \text{ に最も近い地盤高データ}) + L_c \times \tan \theta + \phi / 2$$

・・・(2)

ただし、D0：初期深さ（計測開始点での計画深さ）、 $\theta$ ：管路の勾配、 $\phi$ ：埋設管の管直径である。

【0073】このように、計測点以外の補助計測点においても地盤高データを持つことにより、計測点の前後方向への位置ずれに即対応した計画深さの算出が可能となる。

【0074】また、補助計測点を多くすればするほど、上記(2)式中の $L_c$ を正確に測定すればするほど、ずれに対しての計画深さの算出精度は向上する。

【0075】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の地盤高データ収集装置は、掘削計画線上の計測開始点からの水平移動距離を計測する距離計測手段と、任意の水平移動距離における地表水平線からの地盤の上下変位量を計測する変位量計測手段と、前記距離計測手段によって計測された計測開始点から各計測点までの水平移動距離と、前記変位量計測手段によって計測された各計測点での地表水平線からの地盤の上下変位量とを対応させた地盤高データを記憶する記憶手段とを備えた構成としたので、記憶手段でのデータ作成時間が短縮され、また誤入力の防止を図ることができる。

【0076】また、本発明の請求項2記載の小口径管埋設地中掘削システムは、地中のドリルヘッドを回転状態又は静止状態で掘削推進するとともに、前記ドリルヘ

\* 来は予め作成した計測点P0～P8での計画深さを代用して、実測深さと計画深さとの比較を行っていたので、データの精度が低下するといった問題があった。

【0069】そこで、このような問題を解消するため、本発明では、次のような処理機能を小口径管埋設地中掘削システムに付加している。

【0070】すなわち、隣接する計測点間（P0～P1間、P1～P2間、・・・、P7～P8間）をさらに分割して複数の補助計測点を設けるとともに、記憶媒体52には、これら計測点P0～P8及び補助計測点における掘削計画データを予め記憶させておく。また、位置測定部51は、隣接する計測点間の計測途中でドリルヘッド36の前後ズレが生じた場合に、前後ズレが生じたドリルヘッド36の位置に最も近い補助計測点での計画深さを算出する機能を付加する。

【0071】すなわち、次の計測点をPc、実測中の計測点をPcとすると、位置測定部51では、測定開始点P0からの距離 $L_c$ を求め、この距離 $L_c$ に対して、計測点Pcに最も近い補助計測点での地盤高データを記憶媒体52から検索し、この補助計測点での地盤高データを用いて、計測点Pcでの計画深さ $D_a$ を下式(2)によって算出する。

【0072】

【数2】

ッドの地中での推進方向を制御できる掘削装置と、地中での前記ドリルヘッドの位置を探索する探査装置とからなり、前記掘削装置は、前記ドリルヘッドに設けられた磁界発生手段と、前記ドリルヘッドの回転角を前記探査装置に出力する回転角出力手段とを備え、前記探査装置は、前記磁界発生手段の発する磁界強度を測定することにより、地表面から前記ドリルヘッドまでの深さと掘削計画線に対する左右方向の位置とを測定する位置測定手段と、掘削時、前記掘削計画線上の各計測点において前記位置測定手段により測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段により出力された回転角データを記憶する記憶手段とを備え、この記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、前記位置測定手段によって測定される深さ及び位置データ、及び前記回転角出力手段によって出力された回転角データとに基づいて、前記掘削装置の推進方向を制御するように構成したので、探査装置による掘削装置の迅速かつ正確な作業進行が可能となる。

【0077】また、本発明の請求項3記載の小口径管埋設地中掘削システムは、探査装置に、記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、深さデータ、位置データ、及び回転角データとに基づいて、ドリルヘッドが掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段



と、この推進情報算出手段により算出されたドリルヘッドの回転角及び貫入距離を表示する表示手段とを備えた構成としたので、表示手段に表示された指示内容を掘削装置の操作者に知らせるだけでよく、初心者でも操作が可能となる。また、ドリルヘッドの姿勢が指示通りになっているかの確認も容易に行える。

【0078】また、本発明の請求項4記載の小口径管埋設地中掘削システムは、探査装置に、記憶手段に予め記憶された掘削計画データと、深さデータ、位置データ及び回転角データとに基づいて、ドリルヘッドが掘削計画線上の隣接する次の計測点位置に進むためのドリルヘッドの回転角及び貫入距離を算出する推進情報算出手段と、この推進情報算出手段により算出された回転角及び貫入距離のデータに基づいて、隣接する次の計測点までドリルヘッドの推進を制御する制御手段とを備えた構成としたので、探査装置による掘削装置の迅速かつ正確な作業進行が可能となる。

【0079】また、本発明の請求項5記載の小口径管埋設地中掘削システムは、隣接する計測点間をさらに分割して複数の補助計測点を設けるとともに、記憶手段には、これら計測点及び補助計測点における掘削計画データを予め記憶させておき、位置測定手段は、隣接する計測点間の計測途中でドリルヘッドの前後ズレが生じた場合に、前後ズレが生じたドリルヘッドの位置に最も近い補助計測点での計画深さを算出するように構成したので、計測点の前後方向への位置ズレに即対応した計画深さの算出が可能となり、計画深さの算出精度も向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の地盤高データ収集装置を構成する測定器2の電氣的構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の地盤高データ収集装置の使用状態を示す概略図である。

【図3】本発明の小口径管埋設地中掘削システムの電氣的構成を示すブロック図である。

\*

\*【図4】本発明の小口径管埋設地中掘削システムを含む掘削場所の全体構成を示す概略平面図である。

【図5】本発明の小口径管埋設地中掘削システムを含む掘削場所の全体構成を示す概略断面図である。

【図6】本発明の小口径管埋設地中掘削システムによる掘削作業を説明するための図である。

【図7】ドリルヘッドの回転角とそのときの推進方向との関係を示す図である。

【図8】現在位置でのドリルヘッドの深さ及び位置と、次の目標位置での計画深さとの関係から、次の目標位置が現在位置に対してどのような関係にあるかを判断する手順を説明するための流れ図である。

【図9】比較結果であるコードと、そのコードが示すドリルヘッドの回転角（指示姿勢）との関係を一覧表として示す図表である。

【図10】表示部での表示内容を示す図である。

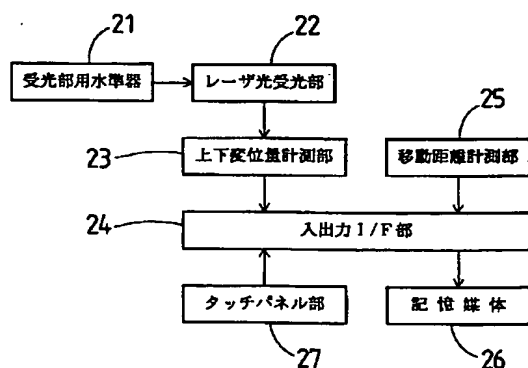
【図11】表示部での表示内容を示す図である。

【図12】表示部での表示内容を示す図である。

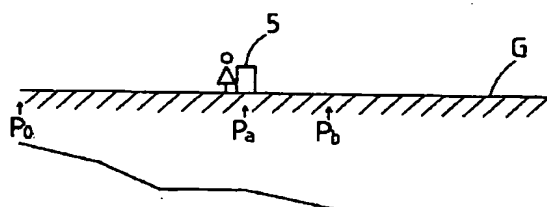
【符号の説明】

- 1 レーザ灯台
- 2 測定器
- 3 掘削装置
- 5 探査装置
- 22 レーザ光受光部
- 23 上下変位量計測部
- 25 移動距離計測部
- 26、52 記憶媒体
- 31、55 制御部
- 32 磁界発生部
- 33 回転角出力部
- 35 小口径管
- 36 ドリルヘッド
- 51 位置測定部
- 53 推進情報算出部
- 54 表示部

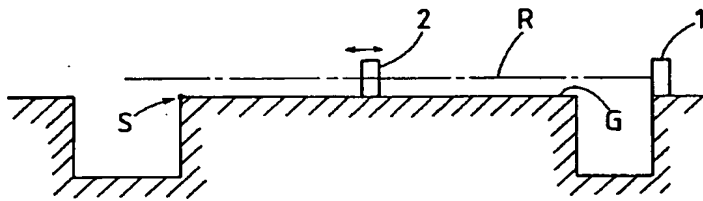
【図1】



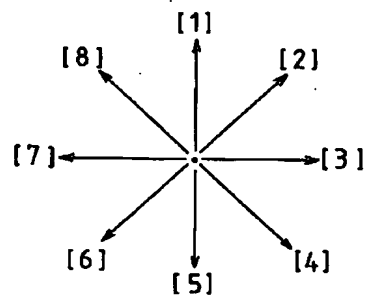
【図6】



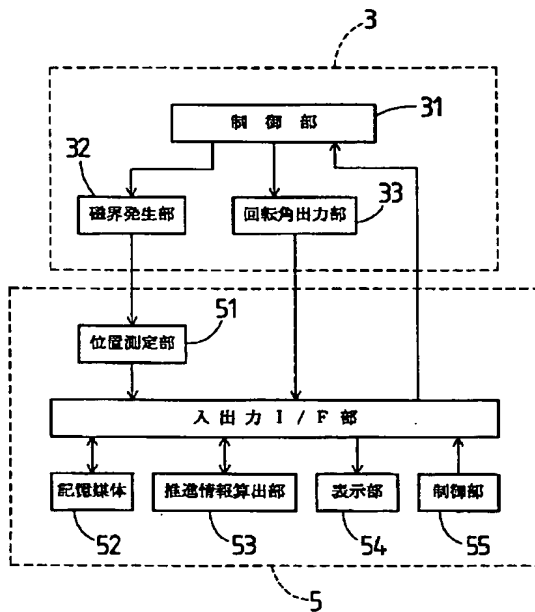
【圖 2】



【図7】



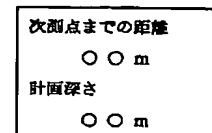
【図3】



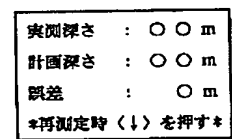
【圖 9】

比較結果 (出力コード)	指示姿勢	比較結果 (出力コード)	指示姿勢
+1	+45°	-1	-45°
+2	+90°	-2	-90°
+3	+135°	-3	-135°
+4	+180°	-4	-180°
+5	+225°	-5	-225°
+6	+270°	-6	-270°
+7	+315°	-7	-315°

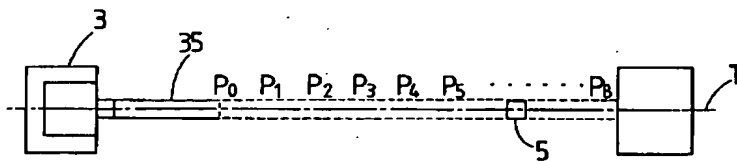
【圖 10】



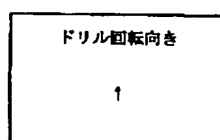
【圖 12】



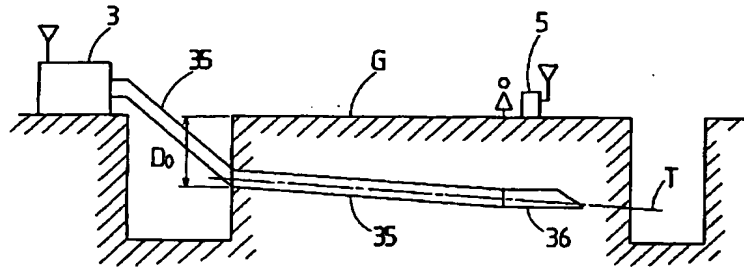
【圖4】



【圖 1 1】



【図5】



【図8】

